

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra informatiky

Palubní počítač osobního automobilu

Vehicle Onboard Computer

Zadání bakalářské práce

Student: **Petr Pyszko**

Studijní program: B2647 Informační a komunikační technologie

Studijní obor: 2612R025 Informatika a výpočetní technika

Téma: **Palubní počítač osobního automobilu**
Vehicle Onboard Computer

Zásady pro vypracování:

Navrhněte vlastní palubní jednotku pro monitorování základních provozních údajů automobilu. Jednotku realizujte tak, aby nabízela lepší technické možnosti a uživatelský komfort, než původní palubní počítač dodávaný výrobcem.

1. Seznamte se s konstrukcí stávajícího palubního počítače, realizací čidel a jakým způsobem jsou reprezentovány jednotlivé měřené veličiny.
2. Vyberte pro realizaci vlastní jednotky vhodné komponenty dostupné na trhu. Zohledněte zejména cenu a nutnost celoročního provozu.
3. Navrhněte vlastní zapojení, otestujte na nepájivém poli a navrhněte PCB.
4. Napište potřebné programové vybavení pro mikropočítač palubní jednotky.
5. Otestujte palubní jednotku v provozu, ověřte měřené údaje. Pokud bude možné, porovnejte získané údaje s původní jednotkou.
6. Závěr - spolehlivost, stabilita, cena a přínosy vlastní jednotky.

Seznam doporučené odborné literatury:

Dostupná dokumentace stávající jednotky.
Datové listy vybraných komponent.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Petr Olivka**

Datum zadání: 16.11.2012
Datum odevzdání: 07.05.2013



doc. Dr. Ing. Eduard Sojka
vedoucí katedry



prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení

„Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou/diplomovou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.“

V Ostravě dne 7.května 2013



podpis autora

Poděkování

Rád bych zde poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Petru Olivkovi za odborné vedení, rady a věnovaný čas. Dále taky děkuji svému bratrově za pomoc při realizaci DPS.

Abstrakt

Práce se zabývá návrhem a realizací nového palubního počítače pro vozidla Škoda Felicia. Celý palubní počítač je postaven na kontroléru Atmega128, který vyhodnocuje data z jednotlivých čidel a následně je vyobrazuje na grafickém LCD displeji z mobilního telefonu Nokia 3310. Na začátku práce jsem nejdříve prováděl analýzu původní jednotky a v závěru jsem jí porovnal s novou jednotkou. Palubní počítač je ovládán dvěma tlačítky. Nová jednotka poskytuje všechny běžné funkce palubního počítače, včetně podrobných statistik z jednotlivých jízd.

Klíčová slova

vozidlo, palubní počítač, nokia 3310, lcd, atmega128, kontrolér, mikrokontrolér

Abstract

This thesis deals with the design and implementation of new on-board computer for car Škoda Felicia. The entire board computer is based on Atmega128 controller, which evaluates data from individual sensors and afterwards depicts a graphical LCD display of mobile phone Nokia 3310. At the beginning, I first have done an analysis of the original unit and in the end I compare it with the new drive. The on-board computer is controlled by two buttons. The new unit provides the all basic functions of the on-board computer, including detailed statistics of each session.

Key words

vehicle, on-board computer, nokia 3310, lcd, atmega128, controller, microcontroller

SEZNAM POUŽÍVANÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

EEPROM	Mazatelná trvalá paměť
LCD	Displej z tekutých krystalů
MIPS	Počet provedených instrukcí v miliónech za sekundu
L0	Logická 0
L1	Logická 1
PP	Palubní počítač
PXY	Port na PP, kde X označuje písmeno portu (A, B, C, D, E, F, G) a Y označuje číslo portu 0 - 7
SPI	Externí sériové rozhraní

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Seznam obrázků

- Obr. 1 Originální PP ze předu ze zdroje [7]
- Obr. 2 Originální PP ze zadu ze zdroje [7]
- Obr. 3 Displej z Nokie3310 s led ze zdroje [6]
- Obr. 4 Displej z Nokie3310 s led ze zdroje [6]
- Obr. 5 Celkové schéma zapojení
- Obr. 6 Vyobrazení všech vývodů z kontroléru Atmega128 ze zdroje [4]
- Obr. 7 Rozdělení sekcí
- Obr. 8 Strom nastavení
- Obr. 9 Režim napájení PP bez úsporného režimu
- Obr. 10 Režim napájení PP včetně úsporného režimu
- Obr. 11 Topologie knihoven s ukázkou signálu z vnějšku a komunikace s perifériemi
- Obr. 12 Hlavní obrazovka
- Obr. 13 Obrazovka s dojezdem a obsahem paliva
- Obr. 14 Obrazovka s delkou jízdy a odjezdem
- Obr. 15 Obrazovka nastavení menu
- Obr. 16 Obrazovka nastavení data a času
- Obr. 17 Obrazovka s nastavením jasu
- Obr. 18 Obrazovka s nastavením časování
- Obr. 19 Vzhled krytky s displejem a tlačítky PP

Seznam tabulek

- Tab. 1 Rozlišení tlačítek podle délky stisku
- Tab. 2 Porovnání cen některých součástek mezi ebay a českými obchody

OBSAH

Úvod.....	10
1 Původní palubní počítač a jeho popis	11
1.1 Konstrukce originálního zařízení.....	11
1.2 Zapojení a realizace Čidel.....	12
1.3 Měření jednotlivé základní veličiny	12
2 Požadavky na palubní počítač a hardwarová realizace.....	14
2.1 Realizace čidel potřebných k měření základních veličin vozidla.....	14
2.1.1 Spotřeba paliva	14
2.1.2 Měření ujeté vzdálenosti.....	14
2.1.3 Napětí sítě vozidla	15
2.1.4 Palivo v nádrži	15
2.2 Realizace teplotních čidel	15
2.3 Realizace uživatelského rozhraní.....	16
2.3.1 Grafický LCD displej.....	16
2.3.2 Tlačítka u displeje.....	17
2.4 Mikrokontrolér.....	17
2.4.1 Zapojení mikrokontroléru s perifériemi.....	17
2.5 Celkové zapojení.....	18
3 Softwarová realizace	19
3.1 Popis kontroléru a jeho fungování	19
3.1.1 Přerušení	20
3.1.2 Čítače	20
3.1.3 EEPROM	21
3.1.4 Watchdog - stabilita systému	21
3.2 Snímání průtoku paliva.....	21
3.3 Snímání signálů z hallové sondy	21
3.4 Komunikace s teplotními čidly	22
3.5 Komunikace s grafickým řadičem PCD8544	22
3.6 Funkce tlačítek	22
4 Popis programu	23
4.1 Tlačítka	23
4.2 Rozdělení a popis sekcí.....	23
4.2.1 Hlavní sekce.....	24
4.2.2 Sekce nastavení.....	25

4.2.3 Statistická data	25
4.2.4 Data z venkovního teploměru	26
4.3 Popis knihoven.....	26
4.3.1 Car.h.....	26
4.3.2 N3310.h.....	27
4.3.3 Graphic.h.....	28
4.3.4 PowerSupplyHandler.h	29
4.3.5 DS1621.H	30
4.3.6 Temperature.h	30
4.3.7 DateTime.h	30
5 Testování palubního počítače v provozu	32
5.1 Hodocení správnosti naměřených údajů	32
6 Závěr	34
Literatura.....	36
Přílohy.....	37

ÚVOD

Každého nebo alespoň většinu lidí technicky zaměřených, zajímají čísla, hodnoty, které konkrétně v automobilu dávají řidiči údaje, podle kterých se může řídit, nebo detekovat, že s vozidlem není něco v pořádku. Palubní počítač je moderní zařízení ve vozidlech, které mají dnes prakticky všechny moderní vozy.

I když dnešní vozy mají velké grafické dotykové displeje, včetně zabudovaného GPS s dalšími mnohými funkcemi, já se pokusím vyrobit palubní počítač, jenž bude disponovat černobílým grafickým displejem, který se ideálně vleze do předem určeného místa ve vozidle Škoda Felicia. Systém bude ovládán tlačítky a bude měřit všechny základní veličiny vozidla, včetně měření venkovní a vnitřní teploty. Nastavení palubního počítače se bude dát plně moct měnit pomocí uživatelského rozhraní, tedy hodnoty nebudou nijak napevno naprogramovány.

1 PŮVODNÍ PALUBNÍ POČÍTAČ A JEHO POPIS

V této kapitole popíšu krátkou historii vývoje originálního počítače od firmy Aprio, který byl původně vyvíjen pro Škodu Favorit.

První sériové palubní počítače pro vozidla od škodovky byly vyráběny již od roku 1991, tenkrát, jak jsem již zmiňoval, pro vozy Favorit, které ještě neměly řídicí jednotku, byly tedy karburátorové. Byly to pouze jakési indikátory okamžité spotřeby. Další vylepšení přišly o dva roky později, kde palubní počítač již uměl zobrazovat i průměrnou spotřebu, měřit teplotu a napětí sítě vozidla.

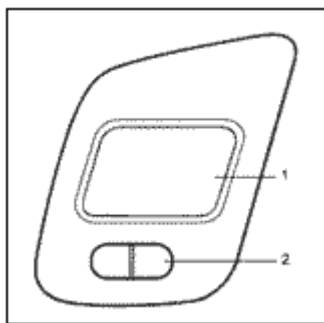
Moderní palubní počítač, který se alespoň trochu podobá dnešním moderním zařízením, byl uveden v roce 1996. Uměl již všechny základní funkce palubního počítače, včetně možnosti nastavení a kalibrace.

Palubní počítač s označením TC-6 a TC-6P umí měřit:

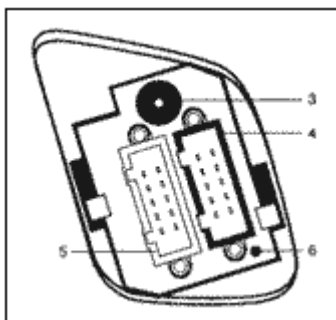
- okamžitou spotřebu,
- průměrnou spotřebu,
- celkovou spotřebu,
- okamžitou rychlost,
- průměrnou rychlost,
- palivo v nádrži,
- dojezd,
- otáčky motoru, ale pouze u některých verzí,
- dobu jízdy,
- venkovní teplotu,
- napětí sítě,
- profesionální verze „TC-6P“ měla navíc ochranu proti neoprávněnému přístupu k továrního nastavení heslem.

1.1 KONSTRUKCE ORIGINÁLNÍHO ZAŘÍZENÍ

Originální palubní počítač je tvořen LCD displejem, ovládaný dvěma tlačítky. Celý mozek palubního počítače je přichycen přímo u displeje, takže neobsahuje navíc žádné zbytečné krabičky. Celé zařízení má na svém rozhraní dva konektory, akustický měnič a tlačítko reset. Zařízení z přední strany můžete vidět na Obr. 1 a pohled zezadu na Obr. 2.



Obr. 1 Originální PP zepředu ze zdroje [7]



Obr. 2 Originální PP zezadu ze zdroje [7]

1.2 ZAPOJEN Í A REALIZACE ČIDEL

Jak jsem již zmiňoval, toto zařízení obsahuje dva konektory, které zajišťují připojení čidel, včetně elektrické energie.

Snímač rychlosti je reprezentován plochou destičkou se zabudovanou Hallovou sondou, která se musí dvěma šrouby zajistit ze zadní strany tachometru. Hallova sonda je čidlo, které dokáže detekovat změny magnetického kotouče.

Teplota se samozřejmě měří teplotním čidlem, které je vedeno dopředu vozidla do motorové části, které se ideálně umísťuje v oblasti mlhovky nebo v levém zrcátku.

Snímač průtoku paliva je řešen kovovým třmenem, který se přimontuje na vodič, který je veden z řídicí jednotky k čtvrtému válci zleva při pohledu od čela vozidla. U třmenu se ještě nachází zesilovač. Třmen je schopný detekovat průtok proudu v daném vodiči, a tudíž není třeba se přímo napojovat na vodič veden z řídicí jednotky.

1.3 MĚŘENÉ JEDNOTLIVÉ ZÁKLADNÍ VELIČINY

Zařízení má k dispozici tři odlišné informace vyjímá teploty, a to čas otevření trysky, počet otoček magnetického kotouče a obsah paliva v nádrži.

Tedy z těchto dat dokážeme určit:

- ujetou vzdálenost (v metrech[m] nebo kilometrech [km]),
- spotřebované palivo (v litrech [l]),
- zbývajcí palivo v nádrži (v litrech [l]),
- dobu jízdy (v sekundách [s], případně v minutách [m] a hodinách [h]),
- spotřeba vzhledem k ujeté vzdálenosti (v litrech na sto kilometrů [l/100km]) - informace může být z aktuálních dat, tedy okamžitá spotřeba nebo z dlouhodobých dat tedy průměrná spotřeba,
- spotřeba vzhledem k době jízdy (v litrech za hodiny [l/h]) - informace můžou být taky okamžité nebo průměrné,
- rychlost vozidla (v kilometrech za sekundu [km/s]) - data rovněž můžou být z okamžitých dat nebo průměrných,
- dojezd vozidla (v kilometrech [km]) vzhledem ke zbývajcímu palivu v nádrži a průměrné krátkodobé spotřebě, tedy dle aktuálního stylu jízdy (v kilometrech [km]).

2 POŽADAVKY NA PALUBNÍ POČÍTAČ A HARDWAROVÁ REALIZACE

Jako hlavní a základní požadavky na palubní počítač považuji:

- měření spotřeby, ujeté vzdálenosti, paliva v nádrži, a to tak, aby elektronika nezasahovala do běhu vozidla,
- měření napětí sítě v automobilu a záložní zdroj v případě odpojení baterie, či výpadku,
- možnost měření vnitřní a venkovní teploty,
- veškeré informace včetně nastavení budou zobrazovány na grafickém LCD podsvětleném displeji, schopném regulovat jas,
- minimalizace spotřeby proudu, stabilita systému,
- interakce s uživatelem pomocí tlačítek nebo nastartováním/vypnutím automobilu,
- veškeré naměřené a nastavené data ukládaná do paměti EEPROM,
- stabilní provoz palubního počítače v rozsahu -30 až +50°C.

2.1 REALIZACE ČIDEL POTŘEBNÝCH K MĚŘENÍ ZÁKLADNÍCH VELIČIN VOZIDLA

2.1.1 SPOTŘEBA PALIVA

Automobil Škoda Felicia disponuje řídicí jednotkou, která digitálními signály řídí jednotlivé trysky ventilů. Realizace tohoto čidla tedy spočívá v napojení jednoho vodiče k jednomu ze čtyř vodičů připojených k tryskám. Dále kvůli bezpečnosti vozidla umístím na vstup tohoto signálu optočlen, který bude bránit jakýmkoliv signálům, které by mohly přicházet z palubního počítače do dané trysky, protože vodič z řídicí jednotky a vodič z palubního počítače budou přímo propojeny, tedy galvanicky propojené.

2.1.2 MĚŘENÍ UJETÉ VZDÁLENOSTI

Tato vozidla disponují ještě starým analogovým tachometrem, který obsahuje magnetický kotouč. Při otáčení se tedy střídají póly a jsem tedy schopen snímat počet otočení.

Realizace spočívá v instalaci zařízení, které dokáže snímat změny magnetických pólů. Tyto fyzikální změny dokáže detekovat Hallova sonda, já použiji sondu s označením TLE4905L, která má teplotní pracovní rozmezí -40 až

+150°C a komunikuje digitálně. Zapojení spočívá v přivedení napětí 5V včetně uzemnění a dalšího vodiče se signály. Ideálně připojit trojžilovým kabelem. Připevnění k tachometru řeším vytvořením malé destičky, která je připevněna na kryt tachometru, kde je Hallova sonda vsunuta dovnitř pod kryt tachometru tak, aby její citlivá strana byla přikloněna cca 1-2 mm od točícího se kotouče.

2.1.3 NAPĚTÍ SÍTĚ VOZIDLA

Stálé napětí ze sítě automobilu jsem přivedl z pojistkové skříně. Jelikož palubní počítač bude pracovat ve dvou režimech, kde při jednom režimu se palubní počítač aktivuje, až po otočení klíčku v zapalování, potřebuji přivést ještě jeden vodič přímo ze spínací skřínky. Pro měření napětí vozidla použiji odporový s dělič poměrem 10k/100k Ω , jehož výstup následně zpracuji pomocí analog-digitálního převodníku. Tento odporový dělič jedenácti násobně sníží napětí na vodiči, takže místo cca. 12 V bude přivedeno do kontroléru pouze cca 1,1 V.

Stejný postup aplikuji na měření napětí přivedeného ze spínací skřínky.

2.1.4 PALIVO V NÁDRŽI

Hladina paliva se snímá potenciometrem, který je zabudován v nádrži, na kterém je uchycen plovák, který plave na hladině nádrže. Bohužel palivová nádrž nemá pravidelný tvar, a tudíž napětí vzhledem k objemu paliva není lineární, a proto je potřeba uchovávat tabulku hodnot. Zde je třeba ukládat pouze poměr mezi napětím ze sítě automobilu a napětím z potenciometru, protože napětí, které vychází z potenciometru je závislé na napětí v síti.

2.2 REALIZACE TEPLOTNÍCH ČIDEL

Za vhodné teplotní čidlo považuji takové čidlo, které není závislé na přesné časové synchronizaci a komunikuje digitálními signály. Rozhodl jsem se tedy použít čidlo s označením DS1621 od firmy Dallas, které disponuje rozhraním I²C. Dále se na tomto čidle volí třemi piny pevná adresa, kde se přivádí buď logická 0, nebo 1. Na toto rozhraní můžeme připojit bez dalších „expanderů“ osm čidel s odlišnými adresami. Pro PP jsem použil dvě čidla, a to pro měření vnitřní teploty, umístěné někde v horní části palubní desky a pro měření venkovní teploty druhé čidlo, které se doporučuje umisťovat buď u přední mlhovky vozidla, nebo v levém zpětném zrcátku. Teplotní čidla dokážou snímat v rozmezí -55 až +125°C s rozlišením 0.5°C, což je naprosto dostačující.

2.3 REALIZACE UŽIVATELSKÉHO ROZHRAŇÍ

Škoda Felicia má již předurčené místo na umístění palubního počítače na levé straně řidiče, které je cca. 7 cm vysoké a 5 cm široké. Bohužel je tento prostor částečně zaoblený, takže je tam ve skutečnosti využitelného místa méně.

2.3.1 GRAFICKÝ LCD DISPLEJ

K omezenému prostoru jsem se rozhodl pro použití malého grafického černobílého LCD displeje z mobilu Nokia 3310 či Nokia 5110. Tento displej má rozměry cca 3.5*2.5 cm a disponuje 84*48 pixely. Velké usnadnění při programové části nám zajišťuje již vmontovaný grafický řadič PCD8544. Na trhu se dá koupit tento displej i se zamontovanými čtyřmi led diodami viz. Obr. 3 a Obr. 4. Tato sada se zapojuje třemi napájecími vodiči z toho jeden je uzemnění, jeden napájení displeje a jeden napájení podsvětlení a dalšími pěti vodiči, které komunikují s grafickým řadičem.



Obr. 3 Displej z Nokie3310 pohled zepředu zdroje [6]



Obr. 4 Displej z Nokie3310 pohled zezadu zdroje [6]

2.3.2 TLAČÍTKA U DISPLEJE

Během analýzy jsem se rozhodoval mezi použitím dvou nebo tří tlačítek, ale nakonec jsem usoudil, že použití dvou tlačítek bude dostačující. Tlačítka jsou realizovaná mikrospínači. Budu snímat různé délky stisků tlačítek, a to jak jednotlivé stisky, nebo stisky obou tlačítek najednou, tak stisky v časové délce.

2.4 MIKROKONTROLÉR

Nejdůležitějším prvkem celého PP je kontrolér, který bude vše řídit. Já jsem se rozhodl pro použití kontrolér Atmega128 od firmy Atmel, protože má dostatečné místo pro program (128kb), dále 4kb pracovní paměti a 4kb trvalého úložiště (EEPROM). Samozřejmě jsou i analog/digitální převodníky, či externí sériové rozhraní. Rychlost procesoru si můžeme určit, ať už pomocí vnitřního, či vnějšího krystalu v rozmezí 1-20 MHz, tedy cca 1-20 MIPS. Dále kontrolér umí používat různé úsporné režimy, které jsou vhodné pro neustálý provoz v autě s minimálním odběrem. Pracovní napětí kontroléru je od 2.7 až po 5.4 V.

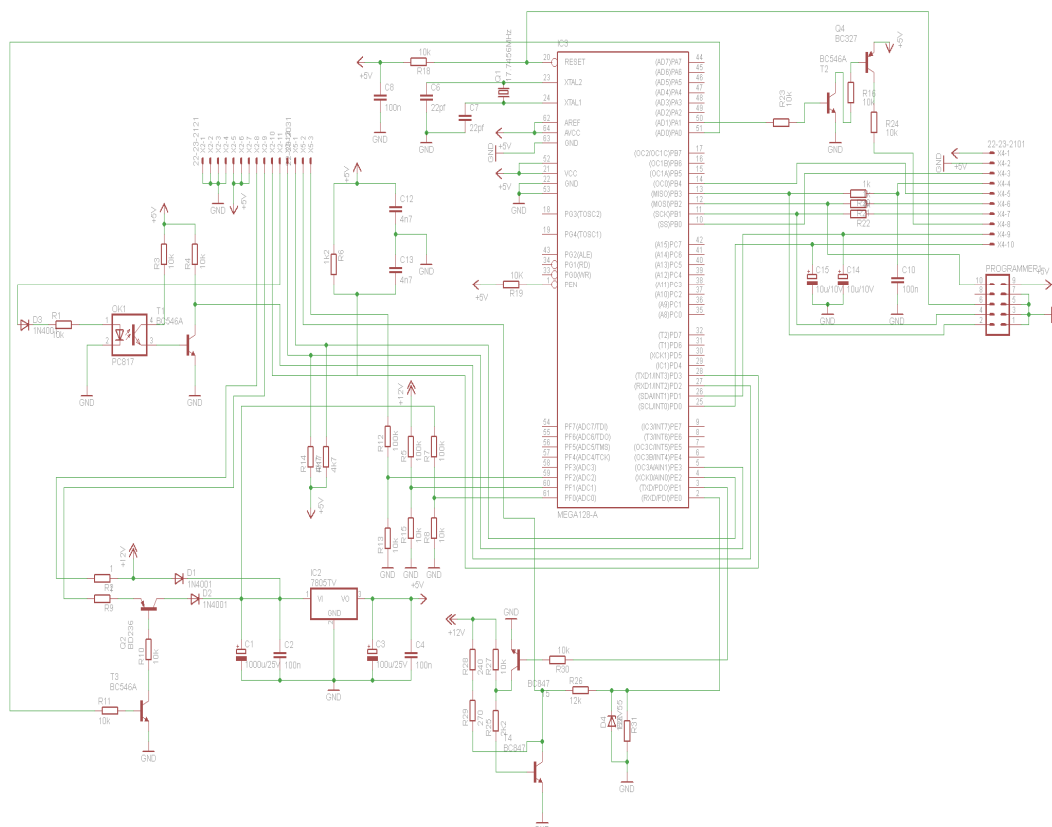
2.4.1 ZAPOJENÍ MIKROKONTROLÉRU S PERIFÉRIEMI

Grafický displej komunikuje sériově, a proto je displej připojen k pinům sériového rozhraní kontroléru PB0 - PB4. Obsluha tlačítek, signálů z Hallove sondy a signálů ze vstřiků, je řešena pomocí vnějších přerušení, a proto jsou připojeny na piny PD0 - PD4. Převod napětí do digitální formy provádí

analog/digitální převodníky a přírůdky od napětí sítě vozidla včetně paliva v nádrži jsou připojeny na piny PF0 - PF2. Možnost odpojit PP od stálého napětí je řešen pomocí dvou tranzistorů, které jsou ovládány z pinu PA0 a podsvětlení je regulováno pinem PA1. Poslední periférií jsou teploměry, které jsou společně zapojeny na piny PE2 a PE3.

2.5 CELKOVÉ ZAPOJENÍ

Všechny součástky jsem tedy zapojil dle doporučeného zapojení. Na níže doloženém Obr. 5 s kompletním schématem můžete vidět navíc zapojené piny PE0 a PE1, které slouží ke komunikaci s řídicí jednotkou vozidla pomocí starého protokolu OBD, ovšem komunikace není úplně stabilní a je tedy pouze ve fázi testování, a proto se nebudu k této části dále vracet, ani ji popisovat. Názornou ukázkou komunikace můžete najít na německých stránkách [2]. Dalším důležitým prvkem je převodník napětí z 12V na 5V.



Obr. 5 Celkové schéma zapojení

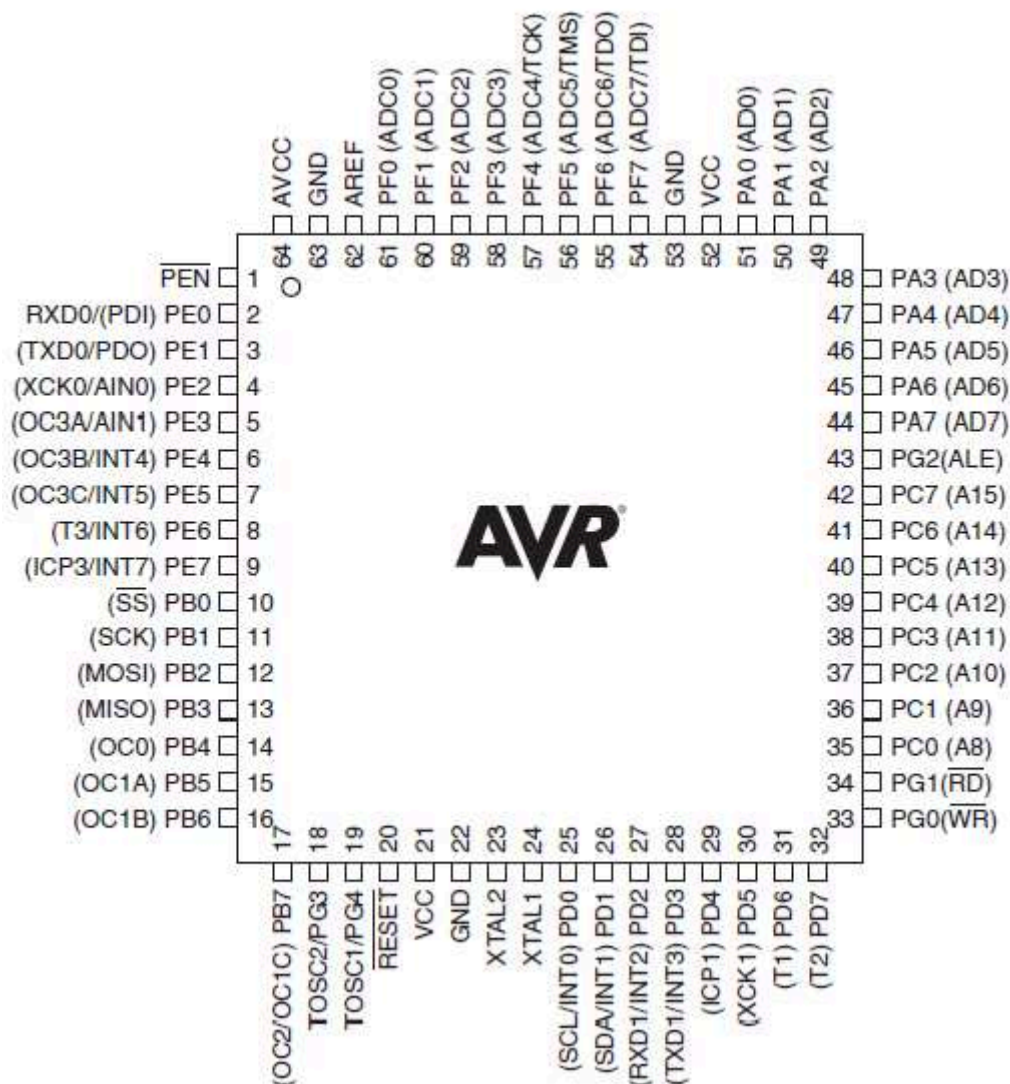
3 SOFTWAREVÁ REALIZACE

Další nezbytnou částí celého PP je program, který bude uložen v kontroléru Atmega128, jenž se bude starat o veškerou komunikaci s perifériemi, vyhodnocování, vypočítávání dat a následné zobrazování naměřených hodnot, tedy pro mě, jako programátora, ta nejzajímavější část. V této kapitole popíšu komunikaci s každou periférií zvlášť, kde všechny periférie mají společnou vlastnost, komunikují digitálně, tzn., že signály mají buď vysokou hodnotu, tedy 1 nebo nízkou hodnotu, tedy 0. Nejdříve ale popíši, jak kontrolér pracuje.

3.1 POPIS KONTROLÉRU A JEHO FUNGOVÁNÍ

Program, který běží uvnitř kontroléru, vykonává instrukci po instrukci, jak je to v kódu dáno, kde hlavní program běží v nekonečné smyčce. Tyto procesory bohužel neumožňují použití více vláken, kde by jedno vlákno detekovalo např. signály od vstříků a druhé vlákno ujetou vzdálenost. Tedy bylo by praktický nemožné s malou rychlostí procesoru a za použití jediného procesoru snímat všechny tyto veličiny, nebýt důležité funkce, a to přerušení. Další důležité funkce jsou čítače, analog/digitální převodníky, či paměť EEPROM atd.

Přesné vyobrazení všech pinů kontroléru můžete vidět na Obr. 6. Piny PA0 - PA7 a PF0 - PF7 slouží k převodu analogového signálu do digitálního. Piny PB1 - PB3 slouží k sériové komunikaci. Logické změny na PD0 - PD3 a PE4 - PE7 mohou generovat přerušení. Kompletní výpis funkcí jednotlivých pinů si můžete přečíst v originální příručce, ze které jsem taky čerpal [4].



Obr. 6 Vyobrazení všech vývodů z kontroléru Atmega128 ze zdroje [4]

3.1.1 PŘERUŠENÍ

Přerušení umožňuje pozastavit průběh hlavní smyčky a přeskočení v kódu na místo určené k obsluze konkrétní události. Můžeme reagovat na změny aktuální logické hodnoty na některých z pinů, nebo při dosažení námi určené hodnoty nějakého čítače či přetečení tohoto registru apod. Přerušení mají i své předdefinované priority tzn., že některá přerušení mají přednost před jinými přerušeními.

3.1.2 ČÍTAČE

Čítače jsou registry, do kterých se stále přičítá jednička v závislosti na ticích procesoru, nebo vnějšího krystalu. Čítače mohou být osmi nebo šestnácti bitové, tedy jejich maximální hodnota je 255 nebo 65535. Jakmile přesáhnou tuto hodnotu, dojde k přetečení a jejich hodnota se resetuje. Jelikož jsou tiky

v kontroléru, či externím krystalu v časové periodě konstantní, není problém odpočítávat dobu nebo měřit přesný čas.

3.1.3 EEPROM

Další výhodou tohoto kontroléru je, že obsahuje trvalou paměť, a nepotřebujeme tedy připojovat externí paměť např. SD kartu apod. Menší nevýhodou této ale i nejenom této paměti, je omezená možnost přepisu dat, a to na 100 000 krát. Další nevýhodou této paměti je pomalý zápis, ovšem čtení je velice rychlé. Tedy pro PP ideální řešení, protože data zapisuji pouze po malých částech a to nepravidelně. Tento kontrolér má k dispozici 4096 bajtů trvalé paměti.

3.1.4 WATCHDOG - STABILITA SYSTÉMU

V případě přetečení operační paměti, nebo zacyklení programu dochází k problému. V tomto případě bychom museli ručně resetovat zařízení nebo ho odpojit a připojit od proudu. Díky této funkci můžeme mít jistotu, že v případě zaseknutí dojde automaticky k resetu kontroléru. Funguje na principu nastavení časové periody, kdy se musím ozývat např. po každé sekundě. Pokud se déle než jednu sekundu neozvu, hlídací pes kontrolér resetuje, a začíná se znovu na začátku programu. Data uchovávaná v operační paměti, které byly dynamicky alokovány, zůstávají nesmazaná i po restartu.

3.2 SNÍMANÍ PRŮTOKU PALIVA

Obsluhu signálů spotřebovaného paliva provádím v přerušení, kde si při změně hodnoty na vysokou úroveň ukládám aktuální hodnotu jednoho z čítačů a při změně hodnoty na nízkou úroveň dopočítávám délku pulzu dle aktuální hodnoty v čítači. Nejmenší délku vstřiku, kterou mohu detekovat, jsem si nastavil na cca 17us. Měřím takto s přesností na 17us. Tato hodnota vychází z frekvence krystalu vydělené děličkou. Frekvenci procesoru mám 14 745 600 a děličku mám nastavenou na 256. Vydělením těchto hodnot vychází hodnota 57600 impulzů za sekundu, tzn., že každých 17 us přichází nový impulz.

3.3 SNÍMANÍ SIGNÁLŮ Z HALLOVÉ SONDY

Hallova sonda vždy reaguje změnou polarizace magnetu, zasláním krátkého signálu nízké hodnoty. Pro zachycení tohoto signálu jsem tedy nastavil přerušení, které hlídá pouze změnu signálu z vysoké hodnoty na nízkou. Po naměření ujeté vzdálenosti a porovnání s impulzy vychází, že 1m = 3,92 impulzů, tedy 1km = 3920 impulzů.

3.4 KOMUNIKACE S TEPLOTNÍMI ČIDLY

I²C sběrnice má dva vodiče jeden vodič pro data a druhý vodič pro hodinový signál. Tato sběrnice I²C je zajímavá tím, že bez použití „expanderů“ na ní můžeme připojit až 128 různých zařízení na 128 různých adresách. U těchto čidel máme již pevnou adresu 1001b a k této adrese si můžeme navolit další tři bity. Osmý bit adresy určuje, zda data z dané adresy čteme, či zapisujeme. Komunikace probíhá vždy zasláním adresy zařízením, které je nastavené jako master, tedy kontrolorem, zařízením s kterým budeme komunikovat, a dále zasíláme příkaz. Někdy mohou za příkazem následovat další data, jako například načítání teploty nebo nastavování registrů. Názornou ukázkou komunikace a jednotlivé příkazy najdete v příručce [3].

3.5 KOMUNIKACE S GRAFICKÝM ŘADIČEM PCD8544

Tento řadič komunikuje pomocí sériového rozhraní, tedy celkem pomocí tří vodičů, a to pro vstup dat, výstup dat a hodinový signál. U tohoto řadiče je ještě čtvrtý vodič pro chipselect (výběr zařízení, které bude komunikováno) a pátý vodič pro reset. Kontrolér Atmega disponuje přímo sériovým rozhraním, proto je komunikace s touto periférií opravdu lehká. Použití spočívá v nastavení jednoho registru (SPCR), dále použití registru pro data (SPDR) jak pro čtení, tak zápis, a registr který změní svou hodnotu po dokončení přenosu dat (SPSR). Kompletní výpis příkazů, nastavení a ukázkou komunikace můžete najít v příručce [5].

3.6 FUNKCE TLAČÍTEK

Tlačítka jsou zapojena z jedné strany na nízkou úroveň a z druhé strany programově na vysokou úroveň. Uvnitř kontroléru je to řešeno pomocí „pull-up“ odporu, tedy odporu připojeného k vysoké úrovni. Tlačítka jsou připojená na piny, které umí generovat přerušení v případě změny hodnoty.

4 POPIS PROGRAMU

Program obsahuje čtyři různé sekce, a to sekce aktuálních jízdních dat, statistická data jízdy, dlouhodobě měřená data z venkovního teploměru a vlastní nastavení. Průchody mezi těmito sekcemi jsou zobrazeny na Obr. 7. Dále tento program umožňuje použití dvou různých napájecích módů. Program se skládá ze sedmi knihoven, kde některé řeší komunikaci s perifériemi, a jiné se starají o uchovávání a přepočítání dat.

4.1 TLAČÍTKA

Jak už jsem zmínil, události tlačítek se rozdělují dle délky stisku, a také podle stisku obou tlačítek najednou, či jednotlivě. Časové rozdělení podle délky stisku můžete vidět v Tab. 1.

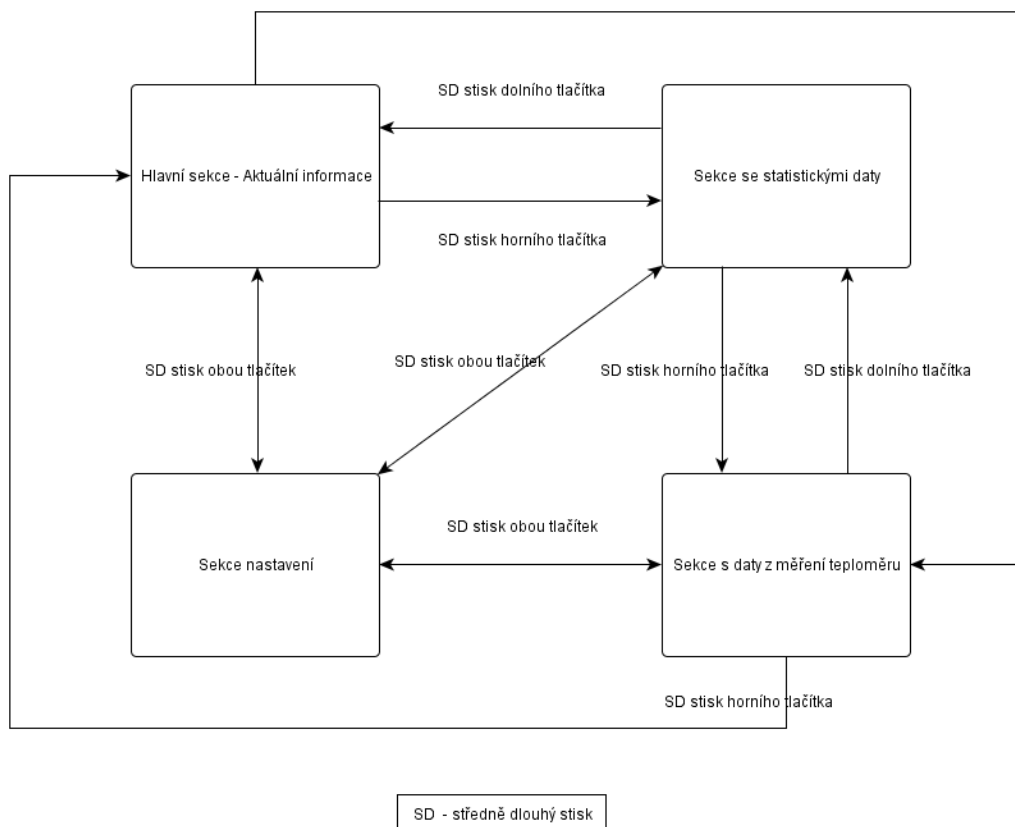
Krátký stisk	V rozmezí 0 až půl sekundy
Středně dlouhý stisk	V rozmezí půl až tři sekund
Dlouhý stisk	Více než tři sekundy

Tab. 1 Rozlišení tlačítek podle délky stisku

Všeobecně lze říci, že na pohyb mezi obrazovkami v rámci jedné sekce, nebo pohyb v menu se používá krátký stisk horního nebo dolního tlačítka. Pro potvrzení, či vstup do určité podsekce se používá krátký stisk obou tlačítek a pro návrat zpět z nastavení, či vstup do nastavení se používá středně dlouhý stisk. Propojení mezi sekcemi v závislosti na události tlačítek můžete vidět na Obr. 7.

4.2 ROZDĚLENÍ A POPIS SEKCI

V programu se nachází čtyři hlavní sekce, které můžete vidět Obr. 7. Při spuštění programu se automaticky vždy spustí hlavní sekce, v případě režimu spánku a zobrazení data a času se program rovněž nachází v hlavní sekci.



Obr. 7 Rozdělení sekcí

4.2.1 HLAVNÍ SEKCE

Hlavní sekce zobrazuje veškeré důležité aktuální informace, včetně jedné ze statistických dat, kterou si můžeme navolit. Přepínat, mezi těmito podsekcemi, můžeme pomocí krátkých stisků dolního či horního tlačítka. Přepínání je realizované kruhově, tzn., že z poslední obrazovky se můžete vrátit na první obrazovku a z první obrazovky můžete přejít na poslední obrazovku. V některých částech můžeme krátkým stiskem přepínat v rámci podsekce jednotlivé módy zobrazení např. u dat, které zobrazují spotřebu v litrech na sto kilometrů, můžete vidět spotřebu v litrech za hodinu v druhém módu. Do hlavní sekce se řadí tyto obrazovky, či podsekce:

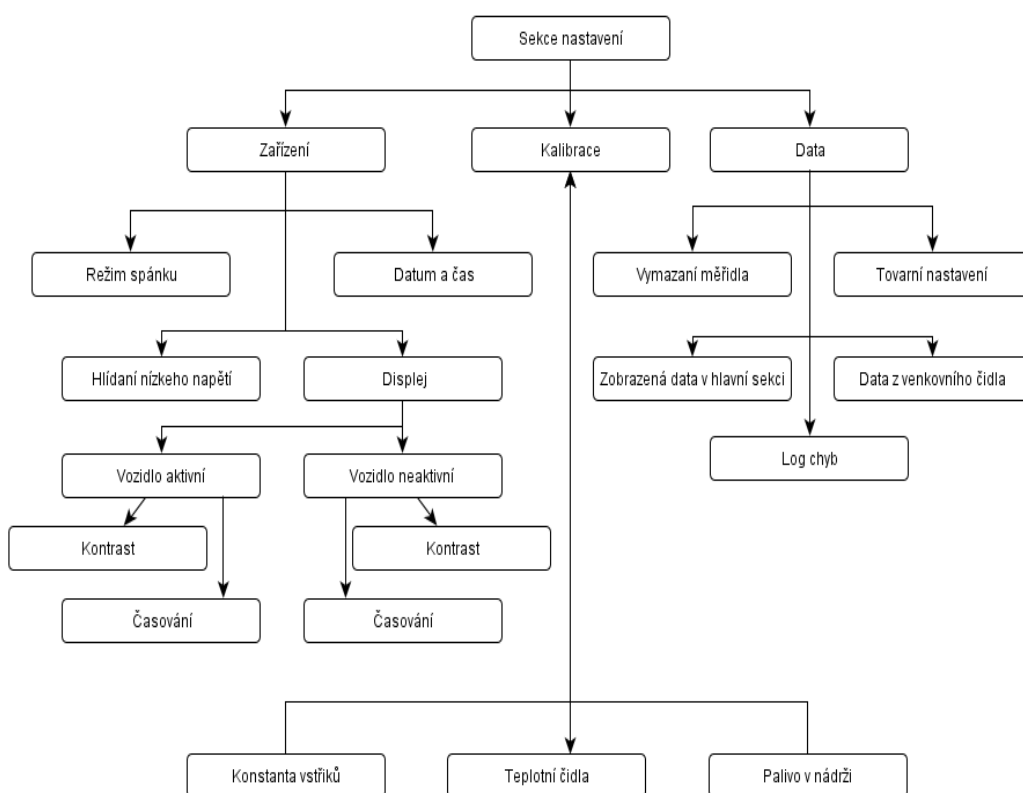
- doma - pouze v případě, že PP má aktivní úsporný režim, tedy neustálý provoz PP. V rámci této obrazovky můžete vidět ukazatel stavu baterky, v případě jízdy její nabíjení, datum, čas a venkovní teplotu.
- spotřeba
- rychlost
- ujetá vzdálenost
- čas jízdy
- palivo v nádrži

- teplota
- napětí.

Další nezmíněnou podsekcí je obrazovka, kterou je celkový grafický přehled aktuální jízdy, která se zobrazí až po dokončení jízdy. Zde je zobrazena spotřeba paliva včetně přepočtu na 100 km, ujetá vzdálenost, rychlost, maximální rychlost, čas odjezdu i příjezdu a délka jízdy.

4.2.2 SEKCE NASTAVENÍ

V sekci nastavení provádíme všechny důležité změny systému (kalibrace konstanty paliva, teploměru, paliva v nádrži, dále nastavení režimu PP, času atd.). Kompletní strom nastavení můžete vidět na Obr. 8.



Obr. 8 Strom nastavení

4.2.3 STATISTICKÁ DATA

Statistická data obsahují dlouhodobá data, která se dělí do tří sekcí. Ve všech sekcích se uchovávají data o spotřebě paliva, časové délce provozu vozidla a data o ujeté vzdálenosti, včetně přepočtu na průměrnou rychlost a litry na 100 kilometrů.

- Celková data - zde se ukládají data za celou dobu provozu vozidla. Tato data se nedají nijak vymazat, jedinou možností je původní nastavení přístroje.
- Data z měřidla - měřidlo uchovává data od určité chvíle, které se dá vynulovat v nastavení nebo podržením dlouhého stisku horního či dolního tlačítka.
- Data z posledních jízd - zde se uchovávají informace z jednotlivých posledních padesáti jízd, které jsou kruhově přehrávány, tedy poslední záznam se vždy nahradí záznamem novým. U těchto dat se navíc uchovávají informace o datu a času jízdy.

4.2.4 DATA Z VENKOVNÍHO TEPLoměRU

Statistická data z venkovního teploměru je možné zaznamenávat, pouze pokud je aktivní úsporný režim. PP neustále zaznamenává aktuální venkovní teplotu a uchovává minimální a maximální teplotu včetně aktuálního data a času. Velikost dat pro záznam data, času a teplot je na omezenou paměť EEPROM poměrně velká, a proto je možno uchovávat pouze 242 záznamů. Data jsou opět jak data z posledních jízd uchovávaný kruhovým bufferem.

4.3 POPIS KNIHOVEN

Jak jsem již zmínil, program se skládá ze sedmi knihoven, které jsou navázány v hlavním programu. Rozložení knihoven můžete vidět na Obr. 11.

4.3.1 CAR.H

Knihovna zajišťuje měření ujeté vzdálenosti, vstříků z paliva a času. Každou sekundou aktualizuje stav vozidla a detekuje, zdali je připojen klíček, měří napětí vozidla a aktualizuje stav paliva v nádrži, případně provádí jeho kalibraci. Tato knihovna se taky stará o uložení daných dat do statistických dat. Výstupy jsou rovněž data se spotřebou, ujetou vzdáleností, ale tato knihovna se stará i o přepočty, takže vrací i data např. v přepočtu litry na sto kilometrů apod. Vrací data jak aktuální, tak statistické.

Popis důležitých funkcí:

```
void updateStatus ( );
```

Vstupy: žádné

Výstupy: žádné

Tato funkce každou sekundou detekuje napětí sítě vozidla, napětí z potenciometru z nádrže a napětí z klíčku, tedy zdali je vozidlo nastartované.

4.3.2 N3310.H

Veškerá komunikace s displejem, včetně inicializace, nastavení kontrastu apod. probíhá pomocí této knihovny. Tuto knihovnu jsem si jako jedinou stáhl z internetu ze zdroje [1], a přeprogramoval. Displej o rozměrech 84*48 je rozdělen celkem do šesti řádků. Při vykreslení obrázku, či textu se tedy určuje konkrétní pozice v šířce, ale ve výšce je možný výběr pouze ze šesti pozic. Obrázek, či text v základu tedy nemůžu vykreslit na jakoukoliv pozici, a proto jsem tuto knihovnu musel celou přeprogramovat.

Při programování jsem použil jako základ buffer pro celé kreslicí pole. Buffer je pouze mezipaměť, do které nejdříve ukládám hodnoty, tedy 0 nebo 1, které jsou hromadně přeneseny do displeje, a následně tento buffer vynuluji a mohu kreslit další snímek. Tomuto použití se říká „doublebuffer“, tedy dvojitá paměť, kde jedna uchovává aktuální již vykreslený snímek a do druhého se připravuje další snímek. Důležitou možností je určení, při vykreslení textu či obrázku, konkrétního pixelu X*Y. Díky této možnosti jsem schopen obrázky animovat, či přesouvat po pixelu. Knihovna umožňuje vykreslení malých a velkých fontů textu, kde malý font má výšku osm pixelů, a velký font má výšku 24 pixelů. Dále zde jsou připraveny funkce na vykreslení jednotlivých obrázků rozdělené do příslušné velikosti. Velikosti, které je možno vykreslit jsou 8*8, 16*8, 16*16, 16*24, 24*16, 24*24, 32*16, 37*24 pixelů.

Popis důležitých funkcí:

void DSP_Clear();

Vstupy: žádné

Výstupy: žádné

Funkce zajišťuje vynulování grafického bufferu.

void DSP_Flush();

Vstupy: žádné

Výstupy: žádné

Funkce pro odeslání grafické informace do displeje.

void DSP_SmallText(intshiftX, intshiftY, char *str,...);

Vstupy: pozice x, pozice y v obrazovce a text

Výstupy: žádné

Funkce pro vykreslení malého textu, který zabírá 5*8 pixelů.

```
void DSP_LargeText(intshiftX, intshiftY, char *str,...);
```

Vstupy: pozice x, pozice y v obrazovce a text

Výstupy: žádné

Funkce pro kreslení velkého textu o velikosti 14*24 pixelů.

```
void DSP_ImagesPackageX( intshiftX, intshiftY, intimage );
```

Vstupy: pozice x, pozice y v obrazovce a index obrázku

Výstupy: žádné

Funkce pro kreslení obrázku různých velikostí. X označuje index velikost obrázku, a to 1 - 7.

4.3.3 GRAPHIC.H

Graphic se stará o propojení s uživatelem, tedy vykreslení grafiky v závislosti na aktuální obrazovce a pohyb mezi sekcemi programu dle zmáčknutých tlačítek. Vstupy knihovny jsou tedy stisky tlačítek a aktuální čas, či snímek kvůli animované grafice. Výstupem je, jak už jsem zmínil, vykreslení grafické informace. Jelikož tato knihovna vykresluje i menu v nastavení, stará se i o načtení a uložení jednotlivých nastavení. Na vykreslení všech prvků využívá knihovnu N3310.h.

Popis důležitých funkcí:

```
void updateStatus ( uint64_t frame, uint8_t button, boolnewSecond);
```

Vstupy: aktuální snímek, události tlačítek, a zdali je nová sekunda

Výstupy: žádné

Tato funkce je volána 25 krát za sekundu a zajišťuje navigaci v sekcích, včetně ukládání aktuálních hodnot v nastavení.

```
void printScreen ( uint64_t frame);
```

Vstupy: aktuální snímek, události tlačítek, a zdali je nová sekunda

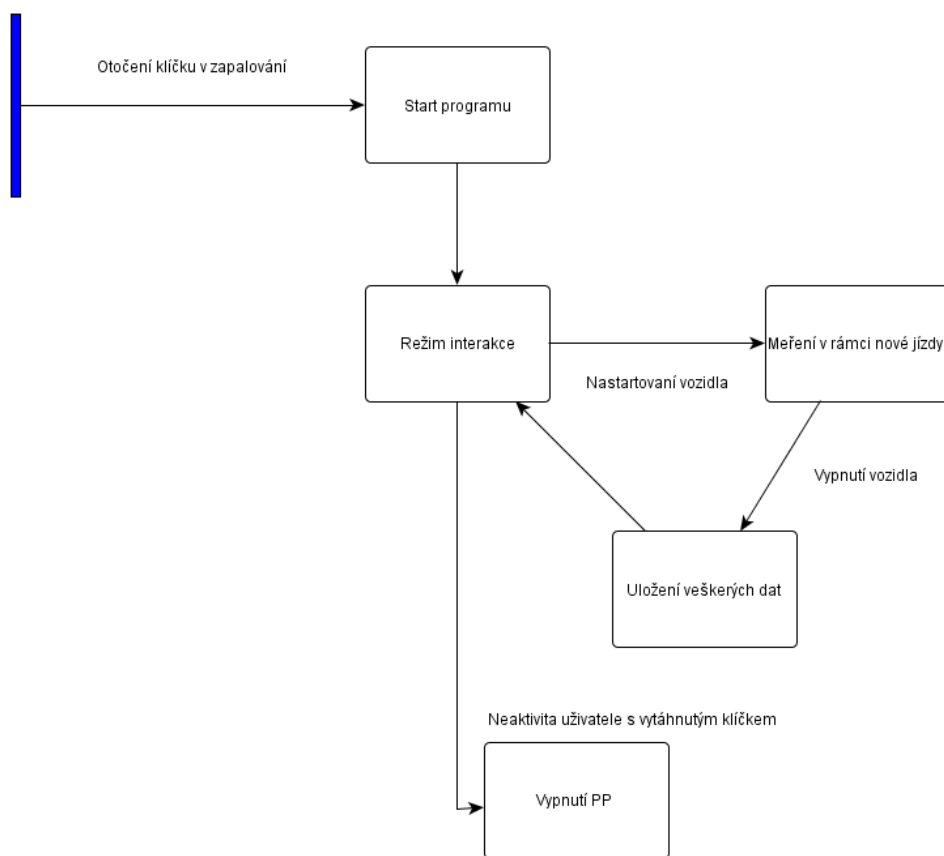
Výstupy: žádné

Funkce slouží k uložení aktuálního snímku dle aktuální pozice v navigaci do grafického bufferu.

4.3.4 POWERSUPPLYHANDLER.H

Tato knihovna sleduje uživatelskou aktivitu a aktivitu vozidla, a podle těchto informací určuje aktuální stav PP, tedy zdali má být zapnutý či vypnutý a taky podsvětlení displeje dle nastavení. Tato knihovna se taky stará o zmiňovaný úsporný režim. Spotřeba palubního počítače je v běžném provozu cca 50mA.

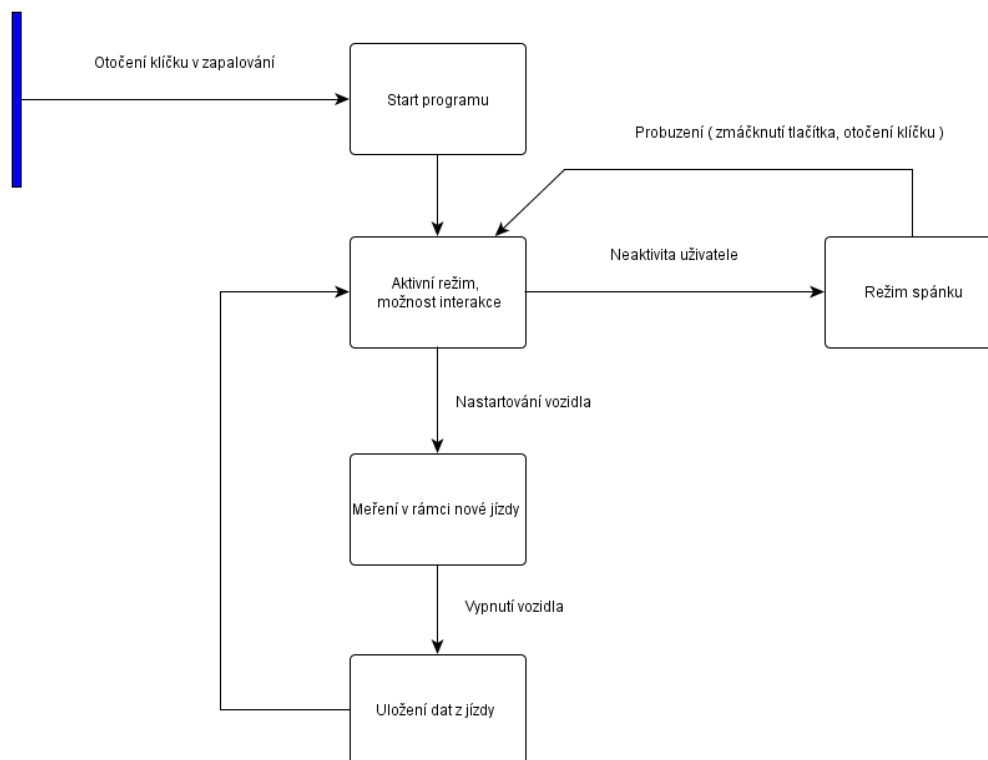
Klasický režim, tedy když úsporný režim je neaktivní, je vyobrazen na Obr. 9. V tomto režimu se přístroj zapne až po otočení klíčku, tedy nereaguje na žádnou interakci uživatele pomocí tlačítek. Ve chvíli, kdy je automobil nastartován, PP se již nevypne ani po neaktivitě uživatele, ale ve chvíli, kdy je klíček ve stavu vypnut, palubní počítač se po určené době vypne a nemůžete již PP spustit, dokud neotočíte opět klíčkem.



Obr. 9 Režim napájení PP bez úsporného režimu

Úsporný režim je rozdílný v tom, že ve chvíli kdy je PP spuštěn, tak se přístroj již nikdy nevypne, pouze přechází do režimu spánku a zpět. Nevýhoda je neustálý provoz a spotřeba kolem 10mA. Výhodou neustálého provozu je v možné interakci tlačítkem v jakékoliv chvíli, neustále měřící stanici venkovní teploty pro zaznamenávání minima a maxima, a další výhodou je zachování

aktuálního korektního data a času. Diagram úsporného režimu můžete vidět na Obr. 10.



Obr. 10 Režim napájení PP včetně úsporného režimu

4.3.5 DS1621.H

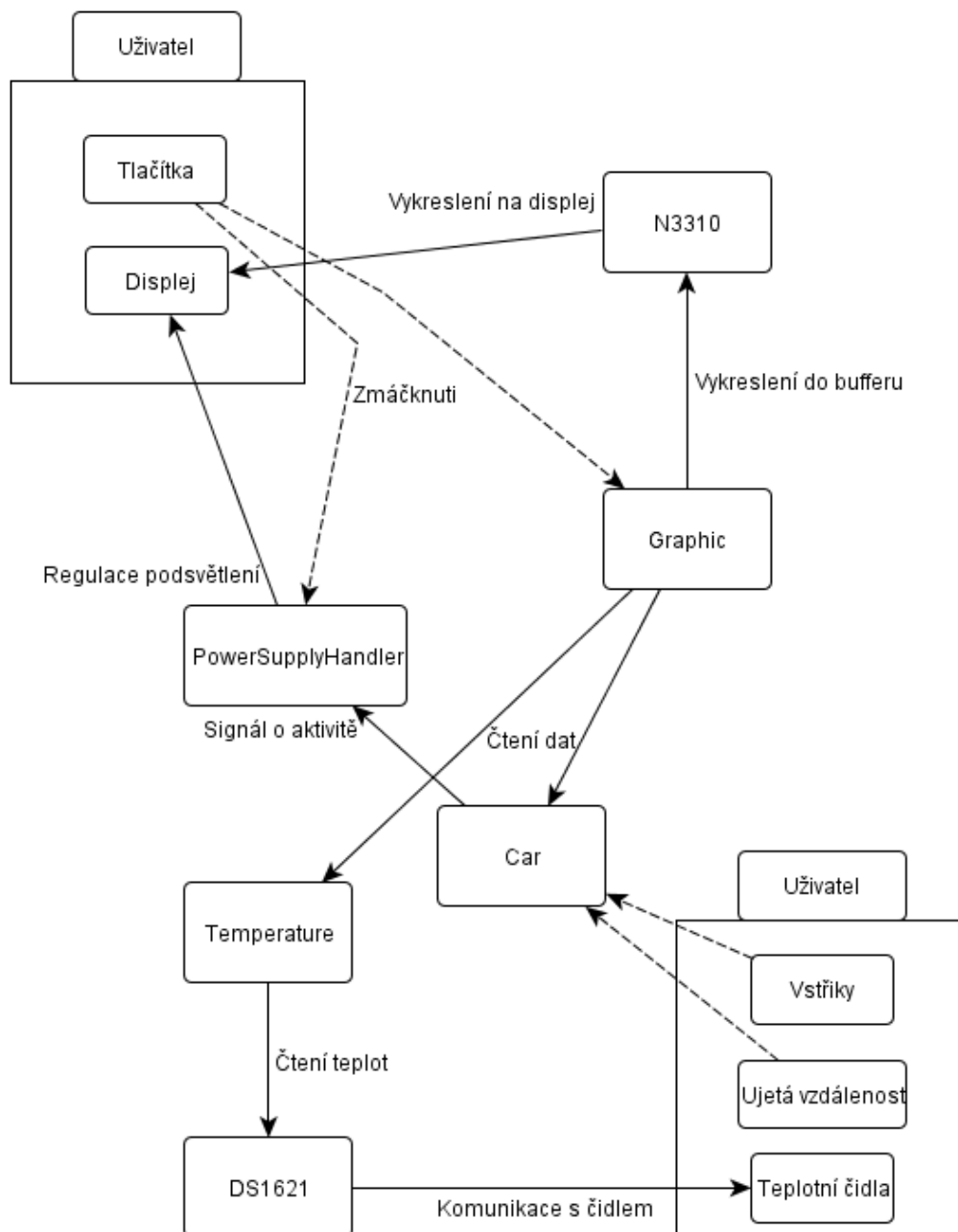
DS1621 je označení teplotního čidla a podle něho jsem taky nazval tuto knihovnu. Stará se o spojení, vyhledávání, ukončování a načítání teplot.

4.3.6 TEMPERATURE.H

Temperature se stará o načítání teplot z knihovny DS1621, kterou dále poskytuje knihovně Graphic. Dále zkoumá aktuální venkovní teploty a případné minima či maxima ukládá do statistických dat včetně data a času. Stará se zejména o úsporné uložení v paměti EEPROM tak, aby se vlezlo co nejvíce záznamu. Také ukládá úplné maximum a minimum za celou dobu puštění PP.

4.3.7 DATETIME.H

Další důležitou informací je datum a čas. Tato knihovna uchovává sekundy, minuty, hodiny, den, měsíc, rok a den v týdnu. Knihovna taky umí automatické posunutí času při přechodu na zimní čas z letního a obráceně. Dalšími funkcemi jsou výpočet dne v týdnu, přestupnost roku, určení dne v roce nebo uložení/načtení na/z konkrétního místa v EEPROM. Dále má funkci, která je volána každou sekundou a inkrementuje aktuální čas tedy sekundy, minuty atd..



Obr. 11 Topologie knihoven s ukázkou signálu z vnějšku a komunikace s perifériemi

5 TESTOVÁNÍ PALUBNÍHO POČÍTAČE V PROVOZU

Testování jsem mohl provádět až přímo v provozu, protože jsem neměl vytvořenou žádnou stanici na generování falešných signálů. Ani jsem neměl k dispozici náhradní řídicí jednotku, nicméně kromě prohozeného signálu při měření délky vstřiku (neměřil jsem spotřebované palivo v dané sekundě, ale nespotebované palivo vzhledem k maximálnímu průtoku) vše fungovalo, jak mělo. Tedy návrh celé desky dle doporučených zapojení je v pořádku, jediné problémy byly tedy malé chyby v programu.

5.1 HODOCENÍ SPRÁVNOSTI NAMĚŘENÝCH ÚDAJŮ

Testovat správnost údajů trvalo několik měsíců, protože konkrétně u spotřeby bylo nejdříve nutné provést kalibraci spotřeby. Kalibraci spotřeby jsem prováděl cca 5 krát, kde jsem tankoval plnou nádrž do té doby, dokud nevypnula tlaková pojistka. Při dalším natankování jsem si vždy zaznamenával natankovanou hodnotu a naměřenou hodnotu z palubního počítáče, a konstantu jsem si přepočítal a nastavil novou konstantu. Hodnota se tedy po každé kalibraci více přibližovala té pravé hodnotě. Někdy provádím kontrolu spotřebovaného paliva podle hodnoty palubního počítáče vzhledem k opravdovému natankovanému množství a hodnota se na celé nádrži liší maximálně o ± 0.2 litrů, tedy s odchylkou maximálně cca 0.5 %, ale tento jev může způsobovat například nepřesná kalibrace nebo nepravidelnost vypnutí tlakové pojistky na pumpách.

Kalibraci ujeté vzdálenosti neřeším nijak, protože i tachometr v přístrojové desce ukazující ujetou vzdálenost a aktuální rychlosti jsou kalibrovány na určitou velikost kola, a nedají se nijak měnit, ovšem možná by byla vhodná nastavitelnost velikosti kola. Hodnocení správnosti údajů jsem řešil jak pomocí kilometrovníku na dálnicích, či rychlostních cestách, tak i pomocí přesnému změření vzdálenosti z bodu A do bodu B pomocí map ze webových stránek www.seznam.cz, či z www.google.cz a následně jsem hodnoty porovnával s naměřenými na přístrojové desce a s daty z palubního počítáče. Hodnoty odpovídaly velice přesně, hlavně hodnoty mezi přístrojovou deskou a palubním počítáčem byly téměř stejné, kde palubní počítáč někdy ukazoval o jeden kilometr více na nádrži, tedy cca na 600 km. Řekl bych tedy, že ujetou vzdálenost palubní počítáč ukazuje s přesností na 0.5 %, ovšem vzhledem k realitě se může hodnota lišit kvůli opotřebení vzorku kola, nebo jiné velikosti kol. Samozřejmě při měření vzhledem ke skutečné délce může odchylku způsobit i zkracování trasy v zatáčkách apod.

Bohužel jsem neměl k dispozici paralelní vozidlo s originálním palubním počítáčem TC-6 nebo TC-6P, a proto nemohu přesně porovnat naměřené hodnoty mezi těmito zařízeními. Ovšem původní palubní počítáč taky nemá volitelnost

velikosti kol a kalibraci spotřeby provádí pouze pomocí zvětšení či zmenšení konstanty průtoku o cca maximálně 5% po procentu, takže moje zařízení je možné kalibrovat přesněji, ovšem pro laika je určitě lehčí, aby v nastavení přidal nebo ubral pár procent, než aby přepočítával hodnotu konstanty vstřiku.

6 ZÁVĚR

Palubní počítač byl po celou dobu testování spolehlivý. Původní verzi mého programu palubního počítače jsem testoval rok a půl a po celou dobu jsem se nesešel s většími problémy, které bych nevyřešil. Jeden menší problém byl, že se mi v době testování, kvůli nedostatečné izolaci krabičky proti vlhkosti, zasekl celý systém, ovšem v té době jsem ještě neměl nastavený „watch dog“, tedy funkci, která veškeré zaseknutí systému obnoví, tedy restartuje systém a aktuálně naměřené hodnoty se načtou zpět. Jediný všeobecný problém s LCD displeji je, že krystalky v nižších teplotách ztrácejí svou flexibilitu a v zimě tedy dochází k pomalému vykreslování. Ovšem při topení ve vozidle tento problém po chvíli zaniká nebo by se dalo použít ještě nějaké malé vytápění displeje. Veškeré další součásti palubního počítače jsou přizpůsobené celoročnímu provozu, a to i v teplotách přesahujících -40°C. Aktuálně mám v mém palubním počítači druhou verzi, která se pouze liší v grafické části.

Systém měří hodnoty stabilně a spolehlivě, zařízení komunikuje s uživatelem rychle, kde aktuální údaje se mění každou čtvrt sekundu. Naměřené hodnoty se ukládají do velkých číselných typů, tedy tak, aby nedocházelo k přetečení z některých hodnot, jak se mohlo stát v původním palubním počítači od firmy Aprio, hodnoty nepřetečou ani po dennodenním používání za sto let.

Celková cena zařízení se skládá z použitých součástí, displeje a tlačítek, z krabičky, plošného spoje a kabeláže. Celková cena zařízení je tedy cca kolem 1000 Kč, ovšem pouze pokud jsou použity součástky z webových stránek www.ebay.cz. Celkový rozdíl cen můžete vidět v Tab. 2. Tedy celkové náklady včetně práce by se pohybovala kolem 2000-3000Kč. Cena originálního palubního počítače se pohybovala kolem 7000Kč.

Název	Cena z českých obchodů	Cena z Ebay.com
Atmega128	220	50
2* DS1621	120	55
Displej 3310 se zabudovaným led podsvětlením	X	120

Tab. 2 Porovnání cen některých součástí mezi Ebay.com a českými obchody

Přínosy palubního počítače vidím ve velkém množství nastavení, ukládání jednotlivých jízd do historie a částečně animovaný design. Dále měření venkovní

teploty, možnost nastavení aktuálního data a času, podle kterého se můžete lépe orientovat v historii. Hlavním přínosem pro mě je možnost lehkého předělání tohoto palubního počítače na jiné vozy, či přidávání nových funkcí.

V dalším pokračování vývoje tohoto palubního počítače bych se přiklonil k možnosti montáže na jiné vozy, možnost komunikace s řídicí jednotkou, a následně načítání měřených hodnot z řídicí jednotky u novějších vozů. Jako jednou z variant by také bylo i použití většího grafického dotykového displeje, či možnost načítání dat přes usb port a následné vyhodnocení dat a zobrazení ve vytvořeném programu.

LITERATURA

1. **Jedlička, Ing. Jan.** JedlaTech. *JedlaTech*. [Online] [Citace: 1. 12 2012.] <http://jedla.kx.cz/>.
2. **Schäffer , Florian.** OBD KW 1281 Protokoll. *OBD KW 1281 Protokoll*. [Online] [Citace: 20. 2 2013.] http://www.blafusel.de/obd/obd2_kw1281.html.
3. DS1621 Datasheet (PDF) - Dallas Semiconductor - Digital Thermometer and Thermostat. *AllDataSheet*. [Online] <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/58507/DALLAS/DS1621.html>.
4. **Corporation, Atmel.** Atmega128. *Atmel Corpotation*. [Online] <http://www.atmel.com/Images/doc2467.pdf>.
5. **(PDF), PCD8544 Datasheet.** PCD8544 Datasheet. *AllDataSheet*. [Online] <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/18170/PHILIPS/PCD8544.html>.
6. **Soft, LC.** LC Soft. [Online] <http://www.lcsoft.net/>.
7. **Aprio.** Uživatelská příručka Trip Computer TC-6P Škoda Felicia.

PŘÍLOHY



Obr. 12 Hlavní obrazovka



Obr. 13 Obrazovka s dojezdem a obsahem paliva



Obr. 14 Obrazovka s delkou jízdy a odjezdem



Obr. 15 Obrazovka nastavení menu



Obr. 16 Obrazovka nastavení data a času



Obr. 17 Obrazovka s nastavením jasu



Obr. 18 Obrazovka s nastavením časování



Obr. 19 Vzhled krytky s displejem a tlačítky PP